УДК 614.841.131.2
DOI 10.23947/2541-9129-2017-3-18-22

МИНИМИЗАЦИЯ СЛЕЖИВАЕМОСТИ И УВЕЛИЧЕНИЕ ТЕКУЧЕСТИ ОГНЕТУШАЩИХ ПОРОШКОВ

В. Л. Адамян, Д. А. Ульмейкин

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Vla1345@yandex.ru
777bigdan@mail.ru

Рассматриваются актуальные вопросы по обеспечению пожарной безопасности промышленных объектов нефтехимии. Наиболее эффективным является тушение пожаров легковоспламеняющихся жидкостей порошковыми составами. Одним из новых предложений композитного состава огнетушащих порошков является введение в состав основной соли алюмо-калиевых квасцов, снижающих слеживаемость и увеличивающих текучесть порошка.
Термографический анализ, а также кинетические показатели поведения алюмо-калиевых квасцов позволяют говорить о благонадежной степени обеспечения пожарной безопасности оборудования и аппаратов на химических и нефтеперерабатывающих заводах

Ключевые слова: алюмо-калиевые квасцы, дегидратация, десульфуризация, композитный состав, огнетушащий порошок.

Введение. В постиндустриальный период в российской нефтехимической промышленности наблюдаются темпы роста, опережающие темпы роста мирового ВВП [1]. Синтез новых продуктов, присадок расширяет ассортимент новых горючих веществ и материалов, что указывает на необходимость и актуальность усиления пожарного надзора на предприятиях, вырабатывающих химическую и нефтехимическую продукцию.
Становление и развитие инновационных процессов и технологий сопровождаются разработкой унифицированных огнетушащих

UDC 614.841.131.2
DOI 10.23947/2541-9129-2017-3-18-22

MINIMIZATION OF CAKING AND FLOW RATE INCREASE OF FIRE EXTINGUISHING POWDERS

V. L. Adamyan, D. A. Ulmeykin

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Vla1345@yandex.ru
777bigdan@mail.ru

The article considers topical issues of ensuring fire safety of industrial facilities of the petrochemical industry. The most effective is the extinguishing of flammable liquids fires by powders. One of the new proposals in composition of fire-extinguishing powders is an introduction to the composition the basic salt of aluminum potassium alum, which reduces the caking and increasing the flow rate of the powder.
Thermal analysis and kinetic indicators of the behavior of aluminum-potassium alum allow us to speak about the reliability of fire safety equipment and apparatus for chemical and oil refineries.

Keywords: aluminum-potassium alum, dehydration, desulfurization, composite structure, fire-extinguishing powder.

Introduction. In the post-industrial period in the Russian petrochemical industry, we may observe the growth rate, which is higher than the growth of world GDP [1]. The synthesis of new products, additives expands the range of new combustible substances and materials, which indicates the necessity and urgency to strengthen fire supervision on enterprises producing chemical and petrochemical products.

The formation and development of innovative processes and technologies is characterized by the development of a unified fire extinguishing

средств, а также масштабными исследованиями. В последние десятилетия наиболее интенсивно идет разработка огнетушащих порошков, представляющих собой мелкодисперсные минеральные соли с различными добавками для придания им текучести и снижения слеживаемости.

Постановка задачи. К основным задачам, решаемым с помощью новых составов огнетушащих средств, являются повышение текучести и снижение слеживаемости огнетушащих порошков.

Новые технологии и оборудование обуславливают высокие требования к квалификации работников.

Знания теоретических основ динамики развития и тушения пожаров на нефтехимических предприятиях являются обязательными для руководителей высших звеньев организации, а также для работников среднего звена — начальников цехов, технологов, мастеров, аппаратчиков химической и нефтехимической промышленности. Важными параметрами для определения степени пожарной опасности являются температура вспышки, самовоспламенения, температурные пределы воспламенения и др.

Адиабатическая температура горения предполагает расход всего выделяющегося тепла на нагрев продуктов горения. Но, поскольку диффузионное горение сопровождается обменом тепла в окружающую среду, действительная температура, развивающаяся при пожаре, как правило, на 30–50 % меньше теоретической. Так, теоретическая температура горения бензина равна 1730°С, а при пожаре резервуара с бензином развивается температура до 1400°С. Горение бензина может быть локализовано мелко распыленной водой, пеной или порошком. Однако тушение водой может нежелательно, так как разность плотностей горючего и воды может привести к осложнениям при локализации огня. Наиболее эффективным является порошковое огнетушение.

agents, as well as large-scale studies. In recent decades, there goes the most intensive development of fire extinguishing powders, consisting of finely dispersed mineral salts with various additives to make them flow and reduce caking.

Statement of the problem. The main tasks solved with the help of new compositions of extinguishing agents are increasing fluidity and reducing caking of fire extinguishing powder.

New technology and equipment lead to high demands on workers' skills.

Knowledge of the theoretical foundations of the dynamics of development and fighting fires in petrochemical plants is required for senior units of the organization, as well as for low-level employees –chiefs of departments, technologists, craftsmen, operatives of chemical and petrochemical industries. Important parameters to determine the degree of fire hazard are the flashpoint, auto-ignition, temperature limits of ignition etc.

Adiabatic temperature of combustion involves the heat consumption to heat the products of combustion. But since the diffusion combustion is accompanied by heat exchange in the environment, the actual temperature that is developed during a fire, is usually 30-50% less than the theoretical one. So, the theoretical temperature of combustion of gasoline is equal to 1730 ^{0}C, and a fire tank with gasoline develops temperatures up to 1400 ^{0}C. The combustion of gasoline can be localized with finely sprayed water, foam or powder. However, extinction water may be undesirable, as the difference between the densities of water and gas can cause complications with the localization of fire. The most effective is the powder extinction.

Теоретическая часть. В статье [2] рассматриваются расчеты геометрических параметров порошковой струи по методу Н. И. Ульянова, подаваемой для тушения горения из лабораторной установки. Огнетушащий порошок соответствует составу, описанному в патенте [3]. Авторами данной статьи были рассчитаны: размер начального участка от распылителя лабораторной установки, расстояние от распылителя до полюса основного участка, а также определен тангенс половинного угла расширения на начальном участке порошковой струи.

Огнетушащий порошок с добавкой алюмокалиевых квасцов обеспечивает снижение слеживаемости и увеличение текучести порошка. Термографический анализа алюмокалиевых квасцов рассмотрен в работе [4], а кинетика разложения и термической диссоциации алюмокалиевых квасцов в составе огнетушащих порошков рассмотрена в работе [5].

Полная дегидратация алюмокалиевых квасцов осуществляется при температуре 350°С (рис.1) и далее протекает разложение сульфата алюминия по схеме:

$$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \rightarrow K_2SO_4 + Al_2O_3 + 3SO_2$$

Theoretical part. The paper [2] deals with the calculation of the geometric parameters of the powder jet by Ulyanova N.I. method supplied from laboratory setup to extinguish fire. Fire extinguishing powder corresponds to the composition described in the patent [3]. The authors have calculated the size of the initial portion of the atomizer from the laboratory setup, the distance from the atomizer to the main section pole and determined half-angle tangent of expansion in the initial section of the powder jet.

Fire extinguishing powder with an aluminum-potassium alum additive reduces caking and increasing the flow rate of the powder. Thermal analysis of aluminum-potassium alum is considered in [4], and the kinetics of decomposition and thermal dissociation of aluminum-potassium alum in the composition of the fire extinguishing powder is considered in [5].

Full dehydration of aluminum-potassium alum is carried out at a temperature of 350^0C (Fig.1) and further goes the decomposition of aluminum sulfate according to the scheme:

$$K_2SO_4 \cdot Al_2(SO_4)_3 \rightarrow K_2SO_4 + Al_2O_3 + 3SO_2$$

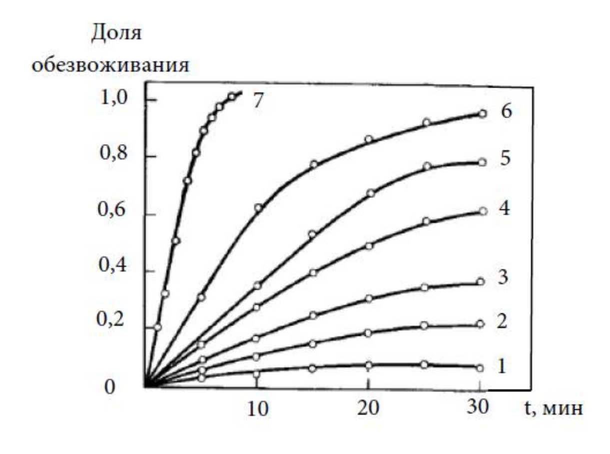


Рис.1. Кинетические кривые дегидратации алюмокалиевых квасцов при температуре, °С:
Fig.1. Kinetic curves of dehydration of aluminum-potassium alum at a temperature, °C:
1 – 40; 2 – 50; 3 – 60; 4 – 70; 5 -150; 6 – 200; 7 – 350.

При температуре 680–700°С кинетика скорости десульфуризации достигает максимального значения К=0,06 мин$^{-1}$ (рис. 2).

At a temperature of 680–700°C the kinetics rate of desulphurization reaches the maximum value K=0,06 min^{-1} (Fig. 2).

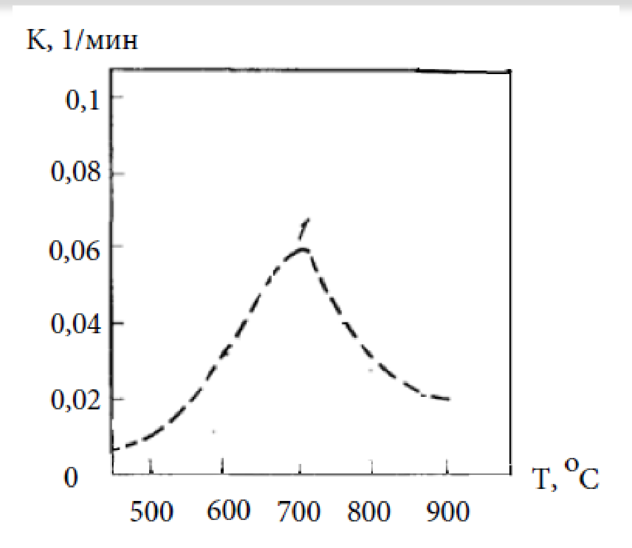


Рис. 2. Кинетическая кривая десульфуризации алюмокалиевых квасцов в инертной атмосфере

Fig. 2. The kinetic curve of desulphurization of aluminum-potassium alum in an inert atmosphere

Как видно из рис. 2, скорость десульфуризации начинает резко увеличиваться уже при температуре 600°С, достигая максимального значения при 700°С. Далее скорость десульфуризации алюмокалиевых квасцов сводится на убывание и полная десульфуризация достигается при температуре 900°С. Дальнейший разогрев системы приводит к незначительному (до 6%) образованию алюмината.

Выводы. На основании вышеописанного можно сделать заключение о том, что соответствующим подбором композитного состава огнетушащих порошков, можно добиться результатов получения универсальных систем, позволяющих тушить пожары различных классов.

As it can be seen in figure 2, the desulphurization rate begins to increase dramatically already at a temperature of 600°C, reaching a maximum value at 700°C.

The rate of desulfurization of aluminum-potassium alum is decreasing, and the complete desulfurization is achieved at a temperature of 900 °C. Subsequent heating of the system leads to a slight (6%) formation of aluminate.

Conclusions. Based on the above we can conclude that with the appropriate selection of the composition of the composite fire-extinguishing powders, you can achieve the results to obtain universal systems to extinguish fires of different classes.

Библиографический список

1. Хорохорин, А. Е. Стратегия развития современных нефтехимических комплексов, мировой опыт и возможности для России дис кандидата эконом. наук. /А. Е. Хорохорин. — Москва. 2015. — 178 с.

2. Адамян, В. Л. Геометрические параметры струи огнетушащего порошка на основе

References

1. Khorokhorin, E.A. Strategiya razvitiya sovremennykh neftekhimicheskikh kompleksov, mirovoy opyt i vozmozhnosti dlya Rossii dis…candidata ekonom. nauk. [Strategy of development of the modern petrochemical complexes, international experience and opportunities for Russia dis.... candidate of econ. Sciences.]. Moscow, 2015, 178 p. (in Russian).

2. Adamyan, L.V., Sergeeva, G.A., Goloborodko, B.Y. Geometricheskie parametry strui ognetushashchego poroshka na osnove

хлорида калия с добавками алюмокалиевых квасцов и оксида цинка / В. Л. Адамян, Г. А. Сергеева, Б. Ю. Голобородько // Перспективы науки. — 2017. — № 1. — С.9–13.

3. Огнетушащий порошковый состав : патент 2 615 715 Рос. Федерация С1 / В. Л. Адамян, Д. А. Бутко, Н. В. Благородова, Н. В. Кондратенко, Д. В. Тоцкий; заявл. 18.02.2016; опубл. 07.04.2017. Бюл. № 10.

4. Saeman W. C. – J. Metalls, 1966 , vol. 18, N 7, p.811 – 819.

5. Адамян, В. Л. Кинетика разложения и термической диссоциации алюмокалиевых квасцов в составе огнетушащих порошков / В. Л Адамян [и др.] // Перспективы науки. — 2016. — №10. — С.7–10.

khlorida kaliya s dobavkami alyumokalievykh kvasstov i oksida tsinka. [Geometrical parameters of the jet fire extinguishing powder based on potassium chloride with additives of aluminum potassium sulfates and zinc oxide.] Perspektivy nauki, 2017, no. 1, pp. 9-13 (in Russian).

3. Adamyan, V.L., Butko, D.A., Blagorodova, N.V., Kondratenko, N.V., Totskiy, D.V.Ognetushashchiy poroshkovy sostav. [Fire-extinguishing powder composition. Russian Federation.] Patent RF, no. 2 615 715, 2017 (in Russian).

4. Saeman W. C. J. Metalls, 1966 , vol. 18, no. 7, p.811 – 819.

5. Adamyan, L.V. et al. Kinetika razlozheniya i termicheskoy dissotsiyatsii alyumokalievykh kvastsov v sostave ognetushashchikh poroshkov. [Kinetics of decomposition and thermal dissociation of aluminum potassium sulfates in the composition of fire extinguishing powder.] Perspektivy nauki, 2016, no. 10, pp. 7-10 (in Russian).

Поступила в редакцию 26.04.2017
Сдана в редакцию 27.04.2017
Запланирована в номер 05.06.2017

Received 26.04.2017
Submitted 27.04.2017
Scheduled in the issue 05.06.2017

Адамян Владимир Лазаревич,
кандидат технических наук, доцент Донского государственного технического университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1)
Vla1345@yandex.ru

Ульмейкин Даниил Александрович,
магистрант Донского государственного технического университета,
(РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1)
777bigdan@mail.ru

Adamyan Vladimir Lazarevich,
Cand. of techn. Sciences/PnD, Associate professor, Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
Vla1345@yandex.ru

Ulmeykin Daniil Aleksandrovich,
Master's degree student of Don State Technical University (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
777bigdan@mail.ru